

УДК 658.51

ПУЗАНОВ А. В.

## ПРИНЦИП ПОСТПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ

*ОАО «Специальное конструкторское бюро приборостроения и автоматики»*

*В работе актуализирована проблема конструкторско-технологической подготовки производства гидроприводов. Проанализированы структура и бизнес-процессы проектирования и производства. Предложены методы и средства реорганизации проектных работ с целью сокращения времени подготовки производства. Сформулированы направления реорганизации процесса проектирования. Рассмотрен принцип проведения процедур конструкторско-технологической подготовки производства гидроприводов с использованием готовых элементов производственного цикла. Предложена схема их практической реализации на машиностроительном предприятии. Приведена оценка роста эффективности конструкторско-технологической подготовки производства на машиностроительном предприятии.*

### Введение

В процессе реализации «Стратегии развития корпорации Ростех на период до 2020 года», «Программы инновационного развития корпорации Ростех на 2011–2020 годы», а также принимая во внимание «Стратегию развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года», руководством компании ОАО «СКБ ПА» взят курс на целевое повышение объемов производства на 15–20% ежегодно при сохранении численности персонала, в т. ч. конструкторов и технологов, повышение объемов подготовки производства с использованием совершенных инструментов автоматизации конструкторско-технологической подготовке производства (КТПП).

Основными направлениями совершенствования процессов КТПП на ближайшие годы являются:

- приоритет использования трехмерных моделей на ранних этапах конструкторской разработки;
- наполнение и совершенствование баз знаний, применяемых в КТПП;
- развитие и использование специализации производств по логистическим приоритетам.

Одним из путей решения данных задач в отрасли гидроприводостроения, с точки зрения автора, является повышение эффективности ин-

формационного пространства КТПП гидроприводов. Процесс производства изделия связан с результатами его проектирования длительностью процесса отработки (согласования) на технологичность изготовления. Оптимизация процесса приводит к необходимости информационных систем поддержки жизненного цикла изделий (ИП ЖЦИ). Предлагаемый автором принцип организации процесса конструкторско-технологической подготовки производства является частью орг-тех мероприятий в рамках ИП ЖЦИ [1], призван в значительной степени сократить сроки выпуска продукции, прогнозировать себестоимость продукции, нормировать прибыль, обоснованно участвовать в тендерах различного уровня, планировать развитие предприятия, формировать кадровую политику.

Структурное исследование информационной системы на предмет ее эффективности или для изучения вариантов ее трансформации связано с изучением разнородных бизнес-процессов, описывающих жизненный цикл изделия. Для этих задач применяется методология и инструменты функционального моделирования (по стандарту IDEF – методологии семейства ICAM (Integrated Computer-Aided Manufacturing)), позволяющие исследовать структуру, параметры и характеристики процессов в производственно-технических и организационно-экономических системах.

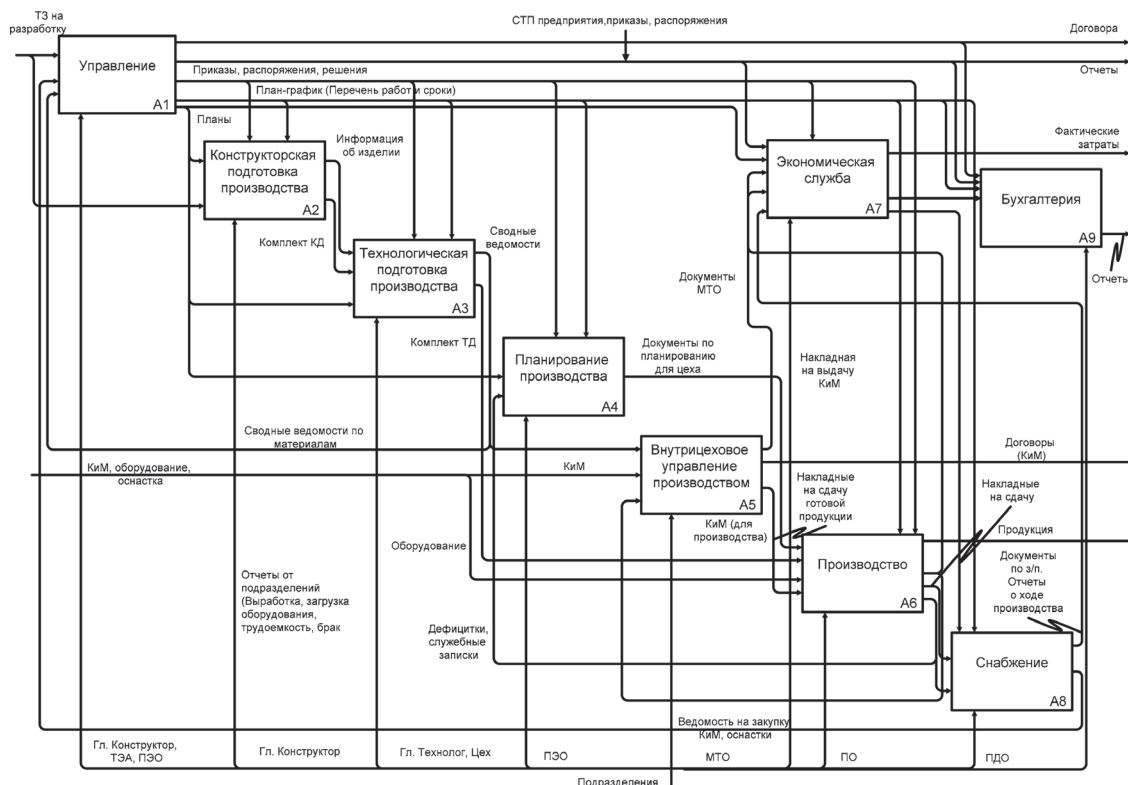


Рис. 1. Функциональная диаграмма КТПП

На Российском правовом просторе методология функционального моделирования регламентирована ГОСТ Р 50.1.028-2001.

Для достижения поставленных целей была разработана и проанализирована IDEF0 модель КТПП (рис. 1).

По результатам анализа диаграммы бизнес-процессов КТПП, исследован и формализован механизм процедур проектных работ, технологической подготовки и производства.

Предлагаемый постпроизводственный (разработка на основе произведенного) принцип формирования и реализации проектных процедур заключается в построении объекта проектирования на основе блочно-модульного принципа. В основу этого принципа автоматизации положен термин «конструктивно-технологический элемент» (КТЭ). Данный термин определяет в конструктиве признаки технологического перехода и используется для формирования техпроцесса [2, 3].

Автором предлагается расширить базовое понятие КТЭ, добавив в него дополнительную информацию о разработке, используемой технологии производства и оборудовании, времени разработки и производства, экспериментальные данные и сопутствующую информа-

цию по мере прохождения изделия по стадиям жизненного цикла. Реализуя данный принцип, к конструкторской 3D модели изделия привязывается вспомогательная информация технологического, производственного, организационного и финансового характера.

Принцип построения изделия в данном случае похож на конструктор Lego: при небольшом ассортименте элементов окончательное изделие выглядит функционально ограниченным. Однако, при определенном конечном увеличении набора КТЭ возможно построение как традиционных, так и инновационных решений, модернизации существующих. При подобном описании покупных или заимствованных компонентов возможно создание виртуальных конструктивных исполнений изделий.

Первичное образование КТЭ формируется из базы данных адаптивных конструктивных элементов, прошедших процедуру согласования/отработки технологичности, занесенных в базу разрешенных к применению элементов, имеющих связанную информацию о применяемых типовых технологических операциях/переходах и средствах оснащения, а также соответствующие им математические модели, в том

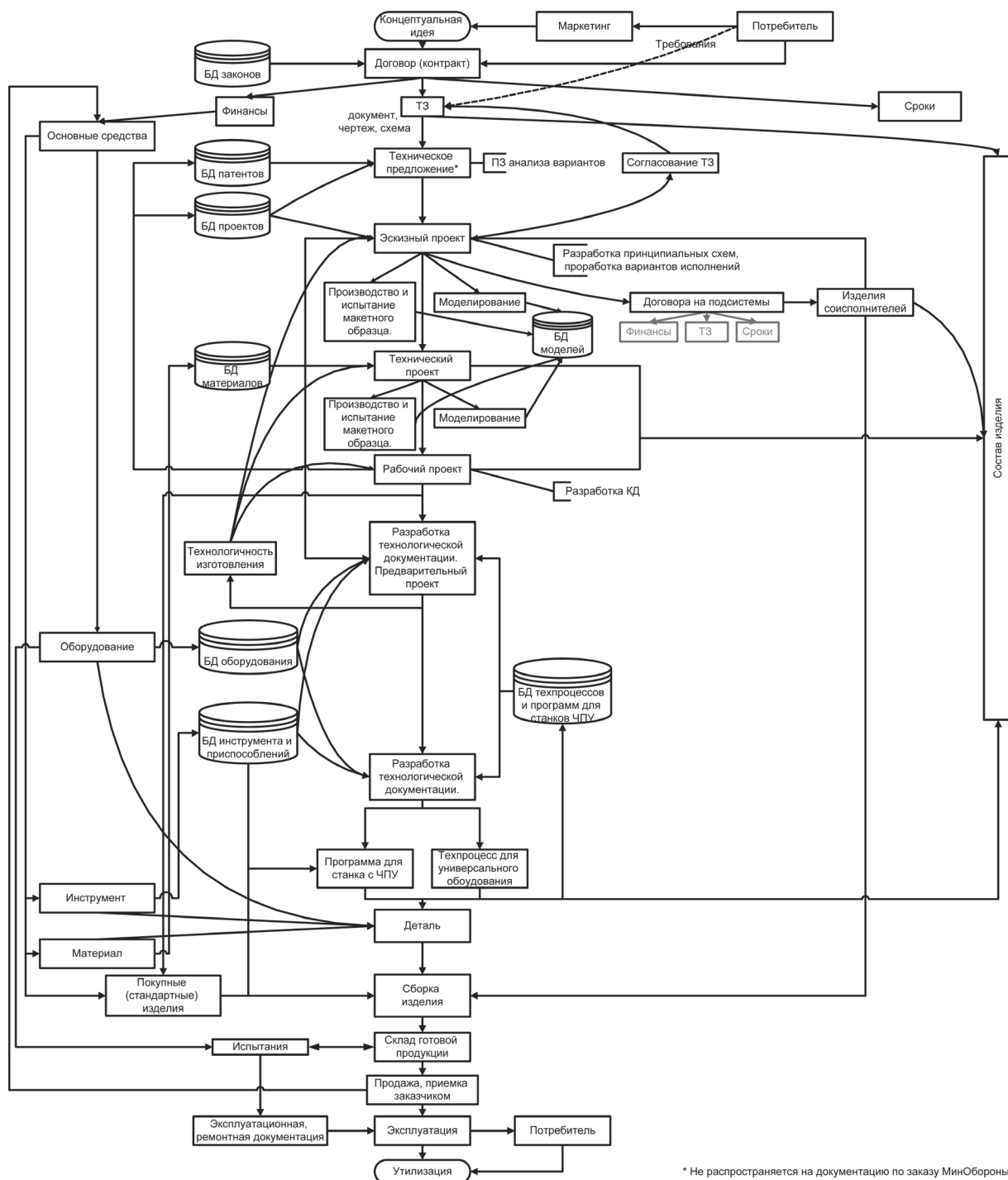


Рис. 2. Блок-схема информационных потоков КТПП

числе подтвержденные натурными экспериментами. Основная часть БД КТЭ сформирована на предприятии за годы работ и представляет собой структурированное представление традиций проектирования и производства на данном предприятии. Следует отметить, что существует необходимость в КТЭ «временного» характера – для опытных и эксперимен-

тальных образцов с целью отработки технологичности их производства.

Математически, информационно-логическая модель изделия из КТЭ строится на основе древовидной структуры (принцип и-или графа, расширенного до и-или дерева) с нечеткой логикой при неполной информативности компонентов (рис. 3). Данный инструмен-

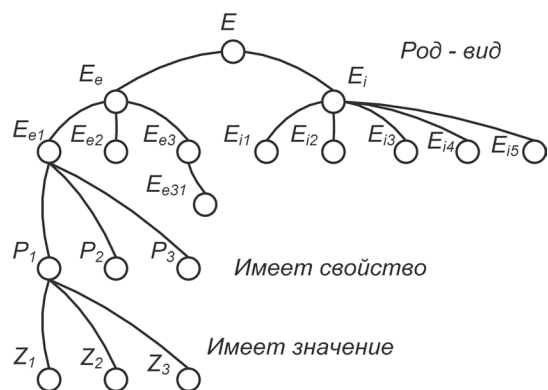


Рис. 3. Иерархическое представление КТЭ

рий позволяет анализировать заимствование части древ в новых изделиях, интерполяцию и экстраполяцию информативных пробелов в инфологических моделях на основе принципов аналогии и подобия, проведение оптимизационных процедур, для экономического логистического анализа, а также для автоматиче-

ского и полуавтоматического синтеза элементов ГП.

Древовидная структура отражает принципы классификатора ЕСКД, используемого на предприятиях отрасли.

Практическая реализация постпроизводственного принципа проектирования осуществлялась посредством локальной доработки САД-систем в сотрудничестве с ОДО «Интермех» (г. Минск) с поэтапным внедрением в процесс КТПП АРМ, отражающих специфику и традиции проектных и производственных работ и взаимоотношений подразделений. В нашем случае [1] подобный подход обеспечивает функционирование структуры, отображенной на рис. 4.

Процесс и все информационные потоки реализуются посредством специализированных программных средств, образующих в совокупности корпоративную информационную



Рис. 4. Схема взаимодействия программных средств в информационном пространстве на стадии конструирования



систему (рис. 4). Центральное место в архитектуре занимает подсистема управления проектными данными Search.

Проведение проектных процедур по готовым элементам производственного цикла стало возможным благодаря единому информационному пространству (единых баз данных конструкторской и технологической информации).

Для адаптации баз данных НСИ и КТЭ на предприятии была проведена работа по актуализации и применимости (неприменимости) содержимого баз данных к конкретной структуре предприятия (департамента отрасли).

Ключевым звеном автоматизации КТПП является база знаний и НСИ, реализованная в нашем случае на основе программного средства IMBase. Система управления данными об изделии и единый справочник материалов является базовым фундаментом, на котором основана вся информационная система предприятия.

На рисунке приведен пример заимствования в качестве конструктивного элемента штуцера с радиальным уплотнением.

Конструктор приблизительно очерчивает внешний облик конструкции (в рамках нисходящего процесса внешние габариты уже заданы). Далее запускается стартует процедура поиска прототипа по БД готовых конструкций и КТЭ. Выбрав прототип, конструктор вносит

изменения значений в параметрическую 3D-модель в соответствии с разрешенными к применению КТЭ – тем самым получается окончательный облик изделия. При использовании КТЭ в качестве конструктивных особенностей, приоритет отдается КТЭ с наибольшим значением «степени достоверности» из ИЛМ изделия.

Посредством прямой интеграции модуля конструкторской проработки изделия Cadmesh с единым корпоративным справочником предприятия, в едином информационном пространстве организован ограничительный перечень предприятий по стандартным и прочими изделиям, по готовым конструкторско-технологическим элементам, для использования в процессе проектирования.

Производственно-технологическая база – основа КТЭ. Программной средой технологической подготовки производства на всех кооперирующих предприятиях является система Techcard.

Для связи документации КТПП с финансовыми и планово-экономическими подразделениями при внутренней и внешней отраслевой интеграции доработан модуль экспорта/импорта, обеспечивающий указанные связи между системами управления производством и системой управления данными об изделии «Search».

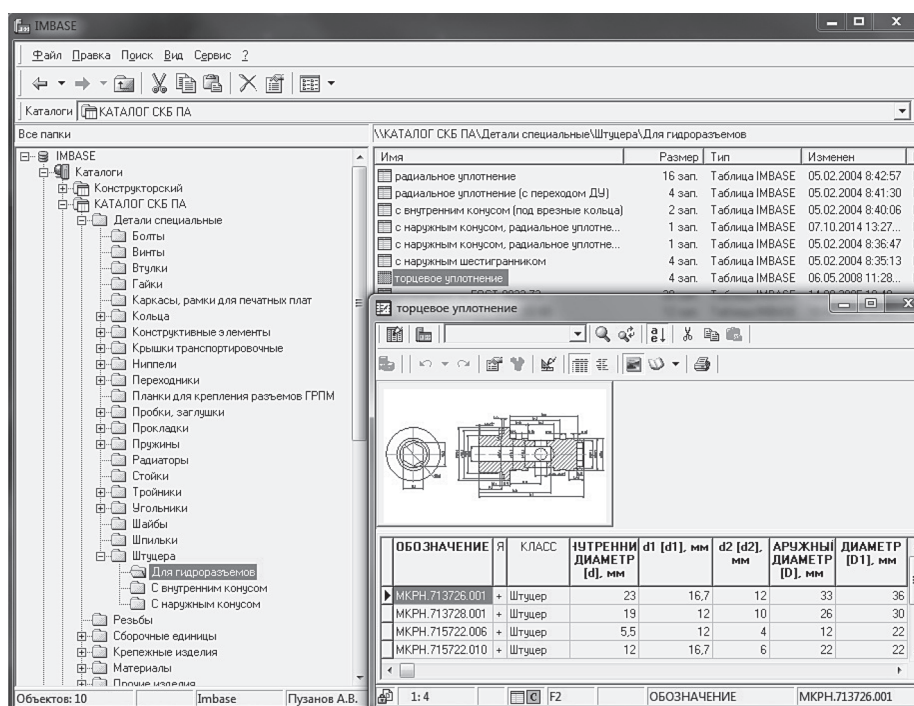


Рис. 5. Каталог КТЭ, сгруппированных по функциональному принципу

Для расчета экономической эффективности от предложенных мероприятий на отдельном проекте сравним изменения в трудоемкости работ базового варианта и проектируемого (с учетом предложенных мероприятий).

Данные по трудоемкости получены из выполненного в ОАО «СКБ ПА» проекта «Регулируемый гидравлический привод».

Для оценки трудоемкости работ, выполненных автоматизированным способом, использовался программный инструмент «Расчет трудоемкости проектирования», входящий в программный комплекс Интермех.

Таким образом, качественная оценка эффективности предлагаемых мероприятий производится на основе анализа диаграммы бизнес-процессов производства (в формулировке IDEF0), а количественная оценка – посредством программных средств Интермех, встроенных в соответствующие АРМ: конструктора, технолога, нормировщика [1].

## Заключение

Применяя принцип единых баз данных КТЭ, на этапе КТПП стало возможным формализовать и автоматизировать процесс согласования на технологичность до 70% (в зависимости от степени инновационности применяемых конструкторско-технологических приемов) [4]. Новаторские конструкторские решения, пройдя обособленную процедуру согласования на технологичность, в свою очередь становятся частью обновленной базы КТЭ. Таким образом, по результатам реализации постпроизводственного принципа проектирования, используя программные средства Интермех, фиксируется увеличение времени разработки КД на 5–15%. Процедура использования и обновления базы КТЭ регламентирована СТО, согласованном и принятом на всех кооперирующих предприятиях и организациях, входящих в сегмент производственного цикла отраслевого куста.

## Литература

1. Пузанов, А. В. Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства в ОАО «СКБ ПА». / А. В. Пузанов, К. Е. Куванов, А. Н. Часовских // САПР и Графика – 2009. № 11. С. 25–28.
2. Ахремчик, О. Л. Методология автоматизированного проектирования технического обеспечения АСУТП: автореферат дис.... доктора технических наук: 05.13.12, 05.13.06 / Твер. гос. техн. ун-т. – Тверь, 2009. – 32 с.
3. Аверченков, А. В. Автоматизация технологической подготовки производства для малых инновационных предприятий в машиностроении: автореферат дис.... доктора технических наук: 05.13.06 / Аверченков Андрей Владимирович; [Место защиты: Сарат. гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А.]. – Саратов, 2012. – 35 с.
4. Пузанов, А. В. Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства на примере внутриотраслевой кооперации предприятий-смежников ОАО «СКБ ПА» и ОАО «КЭМЗ» / А. В. Пузанов, Г. М. Наумов // САПР и Графика – 2015. № 5. С. 49–55.

Поступила 05.06.15.

После доработки 15.09.15

PUZANOV A. V.

## PRINCIPLE OF POST-PRODUCTION DESIGN OF HYDRAULIC ACTUATORS

*JSC «Special design bureau of instrument making and automatic equipment»*

*Abstract. Summary. In work the problem of design-technology preparation of production of hydraulic actuators is staticized. The structure and business processes of design and production are analysed. Methods and means of reorganization of project works for the purpose of cutting-down of time of preparation of production are offered. The directions of reorganization of process of design are formulated. The principle of carrying out procedures of design-technology preparation of production of hydraulic actuators with use of ready elements of a production cycle is considered. The scheme of their practical realization at machine-building enterprise is offered. The assessment of growth of efficiency of design-technology preparation of production is given in machine-building enterprise.*